

# Die Vorbeschleuniger

## LINAC II und PIA

LINAC II und PIA wurden im Jahr 2003 routinemäßig als Vorbeschleuniger für alle nachfolgenden Maschinen betrieben. Nach dem kompletten Austausch aller Beschleunigerabschnitte und dem Umbau aller Modulatoren in den letzten Jahren gab es im Berichtszeitraum keine größeren Arbeiten am LINAC II. Am Positronen-Intensitäts-Akkumulator (PIA) wurde in der Wartungsperiode der als Reserve zur Verfügung stehende 10.4 MHz Sender technisch auf den neuesten Stand gebracht. Gleichzeitig wurde ein neues 125 MHz System installiert und in Betrieb genommen.

## LINAC III

Im Berichtszeitraum standen beide  $H^-$ -Ionenquellen am LINAC III sowie der LINAC selbst mit sehr hoher Zuverlässigkeit praktisch ohne Ausfälle zur Verfügung. Die Messung und Darstellung der Energieverteilung im LINAC-Puls wurde vorbereitet und soll im kommenden Jahr den Operateuren zur Verfügung stehen.

## DESY II

DESY II lieferte bis zur Wartungsperiode Positronen mit gewohnt hoher Zuverlässigkeit für die Teststrahlbenutzer, DORIS, PETRA und HERA. Während dieser Zeit wurde zwischendurch die Umschaltung auf Betrieb mit Elektronen vorbereitet, wobei die Software-Kontrollen aller Beschleunigerkomponenten dem im Jahr 2003 erneuerten Kontrollsystem angepasst wurden und der dazu gehörige Injektionskicker in Betrieb genommen wurde. Die Injektions-Effizienz mit Elektronen konnte schnell gesteigert werden und erreichte den regelmäßig erhaltenen durchschnittlichen Wert beim

Betrieb mit Positronen (85–90%). Während der kurzen Wartungsperiode wurden die Trafokessel und das Ölkühlsystem für die Magnetstromversorgung überholt und alle Messröhren für das Vakuumsystem in DESY II sowie im Injektions- und Ejektionsweg zu PETRA ausgetauscht. Die Restarbeiten für die Erneuerung des Personeninterlocksystems konnten abgeschlossen werden. Der Betrieb mit Elektronen zu PETRA/HERA und für die Teststrahlbenutzer sowie mit Positronen für DORIS wurde nach der Wartungsperiode fortgesetzt. Das Umschalten zwischen den Teilchenarten findet regelmäßig einige Male am Tag statt und verläuft zuverlässig. Typische mittlere Teilchenzahlen pro Bunch entsprechen  $3.5 \cdot 10^9$  Positronen und  $1.6 \cdot 10^{10}$  Elektronen.

## DESY III

Als Vorbeschleuniger für PETRA und HERA lieferte DESY III sehr zuverlässig Protonen bei mittleren Strömen von etwa 200 mA beim Maximalimpuls von 7.5 GeV/c. Die Steuerung für die Magnetkreise wurde durch modulare und einheitliche Module ersetzt. Zur Vermeidung längerer Betriebsausfälle wurden ein neues Ejektionsseptum, einige kritische Vakuumkammern und zwei Beam-Stopper als Reserve für den Notfall gebaut.

## PETRA

### Übersicht

Im Betriebsjahr 2004 lief PETRA 319 Tage. Die Betriebszeit teilte sich im Wesentlichen in drei Teile auf. Von Januar bis zum 16. August wurde der Betrieb des vorangegangenen Jahres fortgesetzt. Anschließend gab es eine Unterbrechung bis zum 28. September. Bis zum

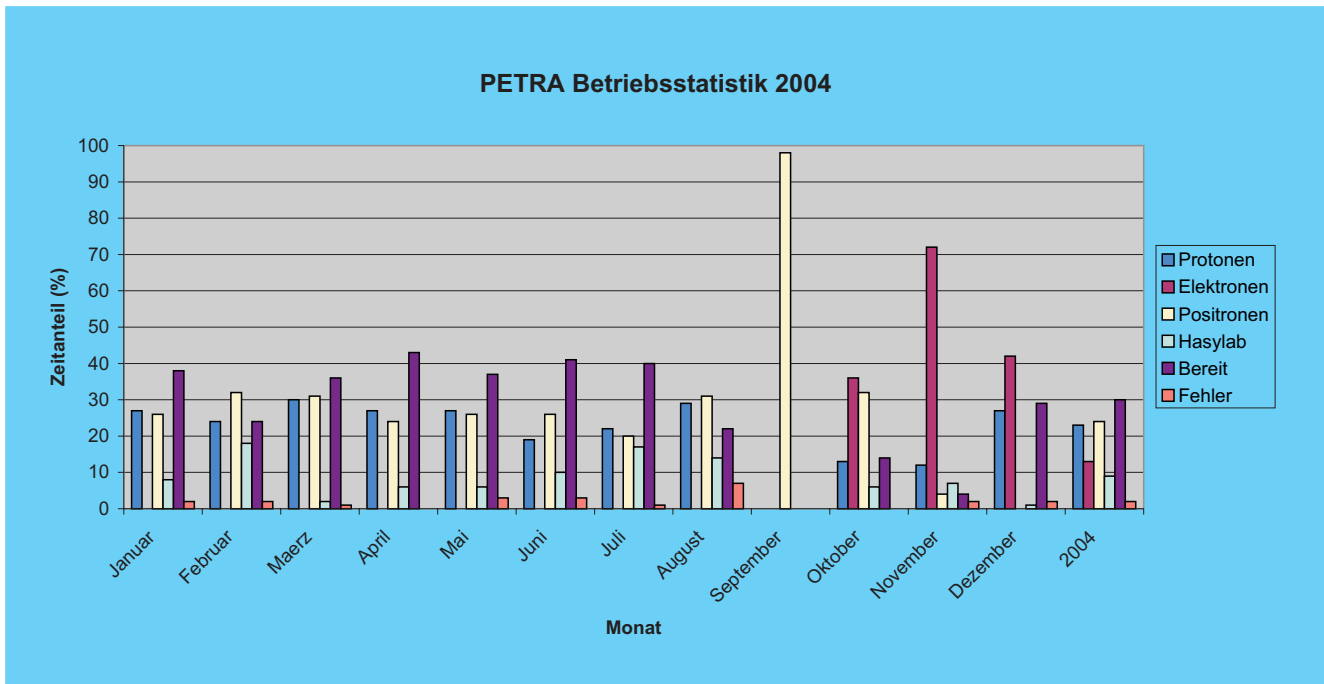


Abbildung 114: Aufteilung der Betriebszeit 2004 auf die einzelnen Betriebsmodi; Vorbeschleunigerbetrieb: Positronen, Elektronen und Protonen; Synchrotronstrahlungsbetrieb: Hasylab; Maschine im Wartezustand: bereit.

Ende des Jahres, mit der üblichen Weihnachtsunterbrechung, wurde die Maschine weiterbetrieben.

Die Verteilung der Zeit auf die einzelnen Betriebsmodi entnimmt man Abbildung 114. Der Betrieb im Einzelnen sah wie folgt aus.

## Betrieb als Vorbeschleuniger

### Elektronen / Positronen

Die Maschine lief ca. 37% der Zeit als Positronen- oder Elektronen-Vorbeschleuniger für HERA. Die Verteilung auf die einzelnen Monate war recht unterschiedlich. Die Maschine lief von Januar bis Mitte August mit Positronen. Zu Beginn der zweiten Betriebsperiode ab Anfang Oktober wurde der Betrieb mit Elektronen fortgesetzt. Die Umstellung von Positronen auf Elektronen bereitete keine Schwierigkeiten.

Der Betrieb war wie in den vorangegangenen Jahren unproblematisch. Es gab einige Ausfälle, zum einen durch altersbedingt schadhafte Senderschutzanlagen und zum anderen durch den Ausfall eines Klystrons. Die daraus resultierenden Betriebsunterbrechungen waren nur kurz, weil das HF-System für PETRA II vor einigen Jahren redundant ausgelegt wurde. Bei Ausfall einer Anlage kann auf die andere funktionierende Anlage umgeschaltet werden. Das Problem mit dem Senderschutz wurde durch den Einbau neuer Komponenten behoben. Das defekte Klystron wurde ersetzt, so dass zum Ende des Jahres wieder zwei funktionierende Anlagen zur Verfügung standen.

Die drei Pulser für die Leptonen-Ejektion wurden von Doppelkathodenthratronen auf Pulser mit einem Thyatron umgestellt, wobei jetzt die Länge des Kickerpulses durch eine Kabelentladung festgelegt wird. Durch diese Umstellung verliert man zwar die Möglichkeit, Pulslängen flexibel einzustellen, gewinnt aber an Zuverlässigkeit durch Vereinfachung der Anlage. Nach an-

fänglichen Schwierigkeiten haben sich die neuen Pulser im Betrieb bewährt.

Zu Beginn der zweiten Betriebsperiode wurde das sogenannte Nearby-Mode Feedback in Betrieb genommen. Dieses Rückkopplungssystem stabilisiert den Strahl gegen eine longitudinale Multibunchinstabilität, die durch den Beschleunigungsmodus des Elektronen-HF-Systems getrieben wird. Dieses zusätzliche Rückkopplungssystem stabilisiert im Zusammenspiel mit den beiden transversalen Multibunchfeedbacksystemen sehr gut, so dass bis zu 130 mA Strahlstrom gefüllt werden konnten, weit über dem Entwurfswert von 58 mA.

## Protonen

23% der Zeit wurde die Maschine als Vorbeschleuniger für HERA benutzt. Der Betrieb wurde durch einige Ausfälle gestört. Sowohl der Vakuumtank des Protoninjektionsseptums wie auch der Vakuumtank eines Protonejektionskickers wurden während der ersten Betriebsperiode undicht. Der Tank des Septums konnte vor Ort zugeschweißt werden. Der Reparaturversuch beim Kickertank schlug jedoch fehl, so dass dieser Kicker getauscht werden musste. In der ersten Betriebsperiode gab es wiederholt Strahlverluste während des Beschleunigens der Protonen und Emittanzaufweitungen der Protonbunche. Die Ursache der Strahlverluste konnte erst nach einigen Wochen auf das unplanmäßige Auslösen eines der Dump-Kicker zurückgeführt und beseitigt werden. Das Emittanzproblem wurde dadurch gelöst, dass die Stärke der Sextupole empirisch vergrößert wurde. Zu Beginn der zweiten Betriebsperiode wurden die einzelnen Zustände, die für den Protonbetrieb notwendig sind, systematisch untersucht und

verbessert, so dass der Protonenbetrieb auch wieder zuverlässiger war.

Zur Verbesserung der Stabilität der Protonejektion wurde der Kicker mit fester Apertur während der Betriebsunterbrechung im August und September durch einen weiteren Fahrkicker ausgetauscht, so dass nun drei Fahrkicker für die Ejektion zur Verfügung stehen.

Die Intensitätsrekordwerte des letzten Jahres konnten zwar nicht erreicht werden, aber die Intensitäten bei Ejektionsenergie (40 GeV) lagen dicht bei den Entwurfswerten.

## Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle

Mit 9% war der Zeitanteil, der in diesem Jahr auf den Betrieb als Synchrotronstrahlungsquelle entfiel, sehr gering. Während der ersten Betriebsperiode wurde der Synchrotronstrahlungsbetrieb mit Positronen durchgeführt. Wegen zeitweiser erheblicher Strahlverluste während der Beschleunigung der Teilchen war oft nur Betrieb mit geringen Intensitäten möglich. Statt des erwarteten Strahlstroms von 40 mA lag der Strahlstrom nur bei 20 mA. Zu Anfang der zweiten Betriebsperiode wurde dieses Problem untersucht. Aus der Vergangenheit war bekannt, dass longitudinale Instabilitäten für die Strahlverluste verantwortlich sind. Der Einbau des Nearby-Mode Feedbacks hat diese Situation deutlich verbessert. Außerdem wurde auch der Synchrotronstrahlungsbetrieb auf Elektronen umgestellt, so dass die Maschinenzustände einheitlicher wurden. Beide Maßnahmen sorgten wieder für einen verlässlichen Betrieb mit den gewünschten Intensitäten.

